

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 130501.65 «Нефтегазовое дело»
Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА СПЕЦИАЛИСТА

Тема работы	
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СТАНЦИИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОЧНОЙ П.ЗОНАЛЬНОЕ ТОМСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	

УДК 697.245.001.5(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т00	Кремис Максим Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТХНГ	Зарубина О.Н.	Доцент, к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вазим А.А	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	Доцент, к.т.н.		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации технических объектов транспорта и хранения нефти и газа
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами газоснабжения с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами нефтегазовой отрасли и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления транспортными узлами, методы расчета, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для эксплуатации и управления техническими объектами.
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами.
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами.
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области нефтегазовой отрасли и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 130501.65 «Нефтегазовое дело»
Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Рудаченко А.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т00	Кремису Максиму Александровичу

Тема работы:

Расчет параметров работы станции газораспределительной автоматической блочной п.Зональное Томского района Томской области	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.04.2016 №2616/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Основные технические параметры АГРС «Урожай-10»:

- Давление газа на входе, МПа: 5,5;
- Давление газа на выходах, МПа: 0,6;
- Пропускная способность (при н.у.), м³/ч: от 300 до 10000;
- Температура газа на входе ГРС, °С: не ниже 0;
- Одоризация – автоматическая, пропорционально расходу газа;
- Аварийная сигнализация – дистанционная;
- Электропитание, В: 380/220

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проанализировать литературные источники в области конструирования газораспределительных станций; 2. Выбрать составляющие устройства подогрева газа АГРС блочной «Урожай-10» п. Зональный, Томская область; 3. Рассчитать эффективность подогрева, осуществляемого тремя разными способами на станции газораспределительной автоматической блочной «Урожай-10», п. Зональный, Томская область
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx на 15 слайдах</p> <p>Технологическая схема блочной АГРС «Урожай-10», п. Зональный, Томская область</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Гуляев Л.В
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Вазим А.А

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТХНГ	Зарубина О.Н.	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-2Т00	Кремис Максим Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т00	Кремис Максим Александрович

Институт	ИПР	Кафедра	ТХНГ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Нефтегазовое дело/Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место расположено в помещении. Участок работ расположен в п. Зональный, Томской области. Местность равнинная. Климат умеренный.</p> <p>При проведении модернизации ГРС могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.</p> <p>Может оказываться негативное воздействие на природу (атмосферу, литосферу)</p> <p>Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>02.06.01.170.03 Рекомендации по устройству электроустановок во взрывоопасных зонах газовой промышленности.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Инструкция по технике безопасности при производстве, хранении, транспортировании (перевозке) и использовании одоранта.</p> <p>ВРД 39-1.10-069-2002 Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов.</p> <p>СТО Газпром 18000.1-001-2014 «Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром»».</p> <p>ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); 	<p>Вредные факторы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Превышение уровня шума; 2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 3. Климатические условия; 4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.
--	--

– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Опасные факторы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные); 2. Электрическая дуга и искры при сварке 3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; 4. Взрывоопасность и пожароопасность; 5. Электрический ток.
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>При работе на ГРС оказываются воздействия на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повреждение почвенно-растительного покрова; -возможные выбросы одоранта; -возможные выбросы метана;
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Чрезвычайные ситуации на ГРС могут возникнуть при проведении электромонтажных и слесарных работ в местах с повышенной загазованностью.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>ВРД 39-1.10-069-2002 Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов.</p>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Гуляев М.В			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т00	Кремис Максим Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т00	Кремису Максиму Александровичу

Институт	ИПР	Кафедра	ТХНГ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	131000 «Нефтегазовое дело»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов технического исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения рационализаторской деятельности(РД) с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа; оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения работ на ГРС.
2. Планирование и формирование бюджета РД	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках РД, планирование бюджета выполняемых работ
3. Определение финансовой эффективности РД	Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности для всех видов исполнения работ в узле подогрева газа

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения РД
4. Бюджет РД
5. Оценка экономической эффективности РД

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вазим А.А	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т00	Кремис Максим Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа в составе 93 с., 12 рис., 24 табл., 20 источников, 1 приложения А.

Ключевые слова: газораспределительная станция, узел подогрева газа, теплообменник, ГРС, автоматизированная система управления, узлы ГРС.

Объектом исследования является узел подогрева газа на ГРС.

Цель работы – подобрать оптимальный вариант теплообменного аппарата для ГРС, выбрать его составляющие и произвести необходимые технико-экономические расчеты для модернизации узла подогрева газа на станции газораспределительной автоматической блочной «Урожай-10» п. Зональный.

- В данном проекте был произведен расчет теплообменных аппаратов на основе смешения газа и на основе теплообмена «труба в трубе»;
- осуществлен выбор необходимого оборудования и материалов для модернизации узла подогрева газа;
- проведен экономический расчет эффективности внедрения системы подогрева газа по принципу «труба в трубе» в сравнении с установкой готового комплекса ГПМ-ПТПГ;
- разработан комплекс мероприятий, который предусматривает социальную ответственность и охрану труда при работе на ГРС.

Разработанный теплообменный аппарат «труба в трубе» на ГРС может применяться в качестве временного решения до проведения полной модернизации ГРС. Данная система позволит увеличить производительность, предотвратить риск образования кристаллогидратов и подготовить газ согласно требованиям заказчика.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

автоматизированная система (АС): Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

технологический процесс (ТП): Последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

одоризация: процесс придания природному газу запаха.

одорант: вещество, используемое в качестве примеси к газу для придания ему запаха, по большей части предупреждающего.

автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП): комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно заверченный продукт;

гидратообразование: процесс, связанный с появлением влаги в трубопроводе из-за перепада температур

редуцирование: процесс понижения давления газа в трубопроводе за счет расширения диаметра трубы

сужающее устройство: устройство, находящееся в трубе, служит для вычисления объема газа за счет перепада давления

Обозначения и сокращения

ГОСТ – государственный стандарт;

ЛПУМГ – линейное производственное управление магистрального газопровода;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

АСУ – автоматизированная система управления;

АГРС – автоматическая газораспределительная станция;

АЦП – аналого–цифровой преобразователь;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

ЗРА – запорно-регулирующая арматура;

ГРС – газораспределительная станция;

СУ – сужающее устройство;

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита;

БОО – блок одоризации электронный;

ПО – программное обеспечение.

ПГА – подогреватель газа автоматический

ПГ – подогреватель газа

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	13
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	15
1.1 Понятие о газораспределительной станции	15
1.2 Служба ГРС	15
1.3 Формы обслуживания ГРС.....	17
1.4 Технические характеристики газораспределительных станций и свойства перекачиваемых углеводородов	21
1.5 Основные узлы и технологическая схема ГРС – 1	23
1.6 Требования к техническому обеспечению	24
1.7 Требования к метрологическому обеспечению	25
1.8 Требования к программному обеспечению.....	25
1.9 Требования к математическому обеспечению	26
1.10 Требования к информационному обеспечению.....	26
2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ	27
2.1 Назначение и состав ГРС «Урожай-10»	27
2.2 Блоки, узлы, устройства ГРС	29
2.1.1 Узел переключения.....	31
2.1.2 Узел очистки газа.....	32
2.1.3 Узел предотвращения гидратообразований.....	33
2.1.4 Узел редуцирования	34
2.1.5 Узел учета газа	36
2.1.6 Узел одоризации газа.....	36
2.3 Описание технологического процесса.....	38
3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	41
3.1 Выбор оборудования.....	41
3.1.1 Выбор датчиков давления	41
3.1.2 Выбор датчиков температуры	43
3.1.3 Выбор анализатора влажности газа	45
3.1.4 Выбор насоса.....	46
3.2 Расчёт теплообменного аппарата для ГРС	48

3.2.2 Обзор типов подогревателей газа для ГРС	49
3.2.3 Расчет ГПМ-ПТПГ	57
3.2.4 Расчет теплообменника «труба в трубе»	59
3.2.5 Сравнение параметров и показателей	62
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	64
4.1 <i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения работ</i>	64
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	64
4.1.2 Технология QuaD	65
4.1.3 SWOT-анализ	66
4.2 Определение путей поставок оборудования и материалов	67
4.3 Бюджет работ по монтажу теплообменных установок на ГРС	68
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	75
5.1 Техногенная безопасность	75
5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	76
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	80
5.2. Экологическая безопасность	85
5.2.1 Защита селитебной зоны	85
5.2.2 Защита атмосферы	85
5.2.3 Защита гидросферы	86
5.2.4 Защита литосферы	87
5.3. Организационные мероприятия обеспечения безопасности	87
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	91

Введение

На сегодняшний день образование кристаллогидратов в газопроводах на линейно части МГ – одна из основных проблем транспорта газа. Причинами образования кристаллогидратов являются: содержание воды в газе, низкая температура в сочетании с давлением и прочее. Эффективным решением этой проблемы являются теплообменные аппараты, которые монтируются на ГРС и КС непосредственно перед узлами редуцирования.

Тем не менее, из года в год качество и требования к теплообменникам растут, в результате чего встаёт вопрос о модернизации узлов подогрева газа. Распространёнными теплообменными аппаратами являлись ПГА, однако на настоящий момент они устарели и не соответствуют обновленным требованиям безопасности. Возникает проблема замена устаревшего оборудования на технологическое и современное. Таким образом, поставлена цель ***подбора нового оборудования для узла подогрева газа.***

Для достижения сформулированной цели выдвигаются ***следующие задачи:***

- Провести литературный обзор по теме оборудования газораспределительных станций (ГРС);
- Рассчитать параметры работы теплообменных аппаратов вида «труба в трубе» и ГПМ-ПТПГ (подогреватель пускового и топливного газа);
- Произвести технико-экономический анализ эффективности рассчитанных параметров.

Практическая значимость работы заключается в урегулировании разногласия, возникающих при проведении расчетов между поставщиками, потребителями газа и газораспределительными организациями по вопросу потерь газа. Ускорить сбор информации, повысить точность в измерении и учете расхода газа.

Таким образом, ***объектом исследования*** является ГРС, а ***предметом*** – теплообменные аппараты узла подогрева газа.

					Введение	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Важным является то, что модернизация ГРС в современных экономических условиях не проста, поэтому предложенные в дипломной работе варианты могут использоваться для эффективной модернизации газораспределительных станций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом выполненной работы являются следующие основные положения:

- Проведён литературный обзор по теме оборудования газораспределительных станций (ГРС);
- Анализ технической литературы и регламентирующих документов показал, что теплообменный аппарат «труба в трубе» хоть и не регламентирован к использованию исследованными источниками, но соответствует требованиям к качеству и безопасности монтажа и эксплуатации.
- Рассчитаны параметры работы теплообменных аппаратов вида «труба в трубе» и ГПМ-ПТПГ (подогреватель топливного и пускового газа);
- Расчеты показали, что технически ГПМ-ПТПГ – более совершенный аппарат (расход топливного газа 33 нормальных $\text{м}^3/\text{ч}$ при КПД порядка 0.83 для аппарата с пропускной способностью по подогреваемому газу 10000 нормальных $\text{м}^3/\text{ч}$), однако стоимость установки одна из самых высоких – 3668117,24 рублей. В то же время, теплообменный аппарат «труба в трубе», несмотря на низкий КПД (порядка 0.5) обладает низким потреблением топливного газа 11 $\text{м}^3/\text{ч}$ (н.у) при самой низкой цене из всех рассмотренных – 635641,745 рублей.
- Техничко-экономический анализ эффективности показал, что интегральный показатель финансовых затрат теплообменника «труба в трубе» относительно ГПМ-ПТПГ крайне низкий – 0,17. Это значит, что стоимость сооружения теплообменного аппарата «труба в трубе» почти в 6 раз меньше, чем затраты при покупке и монтаже ГПМ-ПТПГ.

Тем не менее, из года в год качество и требования к теплообменникам растут, в результате чего встаёт вопрос о модернизации узлов подогрева газа. Согласно этому требованию выбор ГПМ ПТПГ является обоснованным решением. Однако большая стоимость этого варианта позволяет предложить

					Заключение	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

другую схему реализации подогрева газа на ГРС: использовать теплообменник «труба в трубе» в качестве временного решения после демонтажа ПГА-200, а затем, при дальнейшей модернизации ГРС (например, повышении требуемого расхода газа) обеспечить ГРС современным оборудованием ГПМ ПТПГ.

В силу выполнения поставленных задач считаем сформулированную цель – *подбор нового оборудования для узла подогрева газа* – достигнутой.

Следует отметить, что на данном этапе выполненная работа может быть предложена и выполнена на предприятии в качестве рационализаторского предложения.

					Заключение	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список используемых источников

1. Агабабян Р. Е., Соловьёва Н. М., Хворостян П. В., Рекомендации по подбору подогревателей газа для использования в составе ГРС, КС / Вестник Газпроммаша: статьи, доклады, сообщения, Ежегодное научно-техническое издание, выпуск 1, Саратов, 2007
2. Банных О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников. Учебное пособие. СПбНИУ ИТМО, 2012. – 42 с.
3. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
4. ВРД 31-1.10-069-2002 Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов.
5. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
6. ГОСТ 21.408–93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995 – 44с.
7. Жаров А.В., Павлов А.А., Власов В.В., Фавстов В.С., Горшков Р.В. Сравнительный анализ параметров противоточного теплообменника, полученных по методике компьютерной гидрогазодинамики и практической методике проектирования теплообменных аппаратов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11-3. – С. 423-429; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33136> (дата обращения: 16.05.2016).
8. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Рипол Классик, 2013 – 468 с.
URL: http://www.gazprommash.ru/sites/default/files/vestnik/vestnik_gazprommasha_1.pdf
9. Калинин А.В., Лушкин И.А. Курс лекций по дисциплине «Гидравлика» для студентов строительных специальностей очной формы обучения / Составитель – Тольятти: ТГУ, 2007.
10. НПБ 160–97 «Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Виды, размеры, общие технические требования»

					Список используемых источников	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. ППБ 01–93 «Правила пожарной безопасности Российской Федерации».
12. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П.; Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
13. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М., Курочкина М.И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. СПб.: Химия 1993. 496 с.
14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно–эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно–вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
16. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
17. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
18. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
19. СНиП 2.11.03–93 “Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы”
20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.
21. Фролов В. Ф. Конструкции и выбор теплообменных аппаратов [Электронный ресурс] В. Ф. Фролов, Р.Ш. Абиев / Новый справочник химика и технолога. – 2009. –

URL:

http://chemanalytica.com/book/novyuy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_pr_otsessy_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy.

					Список используемых источников	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		